

Metodologías didácticas utilizadas en el diseño industrial para la implementación de las competencias marcadas y su inserción profesional

Didactic methodologies used in industrial design for the implementation of the marked competencies and their professional insertion

Enrique Soriano Heras^{1*}, Jesús Manuel García Alonso², Fernando Blaya Haro³, Roberto D'Amato³, Manuel Enrique Islán Marcos³

Resumen

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM), la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) y el Colegio Salesianos Atocha (CSA) han trabajado en la enseñanza de sus asignaturas a través del Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP). Más tarde también implementaron metodologías didácticas para lograr mayor desarrollo en las competencias de los estudiantes. Estas escuelas incorporaron Aprendizaje-Servicio (ApS), Documentación Técnica Dinámica (DTD), Google-Sites y Moodle. Posteriormente, han agregado otras metodologías de enseñanza a fin de mejorar aún más la capacitación de los estudiantes, en las unidades de capacitación que son particularmente difíciles de comprender, metodologías didácticas como Kounaikenshuu, Flipped-Classroom y herramientas como Portfolio, Plickers y Kahoot. La implementación de estas nuevas metodologías didácticas no solo mejoró la formación académica de los estudiantes, sino que también logró las competencias marcadas para el doble grado en Diseño e Ingeniería Mecánica en UPM y Mecatrónica Industrial en CSA. Estos resultados también fueron confirmados por las encuestas de satisfacción llevadas a cabo por los socios colaboradores de los proyectos que mostraron mejoras de entre el 19% y el 43% en la formación teórica y entre el 53% y el 68% en formación práctica en UPM, mientras que en CSA, la mejora fue del 22% y del 85%, respectivamente.

Palabras clave

Collaborative-Work, Flipped-Classroom, Kounaikenshuu, Project-Oriented Learning.

Abstract

Technical University of Madrid (UPM), University Carlos III of Madrid (UC3M) and the Salesianos Atocha College (CSA) have been steadily working on teaching their subjects through the Project-Oriented Learning (POL) methodology. Later they also implemented more didactics methodologies in order to achieve higher development in the competences of students. These schools incorporated Service-Learning (SL), and several other tools such as Dynamic Technical Documentation (DTD), Google Sites and Moodle. Recently, other teaching methodologies have been added in order to further improve the training of students, which pay special attention to units which are particularly difficult to understand, didactic methodologies such as Kounaikenshuu, Flipped Classroom, and tools such as Portfolio, Plickers and Kahoot. The implementation of these new didactic methodologies not only improved students' academic training, but also achieved the competencies marked for the double degree in Design and Mechanical Engineering at UPM and Industrial Mechatronics in the CSA. These results were also confirmed by the satisfaction surveys carried out by the collaborating partners of the projects which showed improvements of between 19% and 43% in theoretical training and between 53% and 68% in practical training at UPM. In CSA, the improvement in theoretical training was 22% and 85% in practical training according to the criterion of the partner-collaborators.

Keywords

Collaborative-Work, Flipped-Classroom, Kounaikenshuu, Project-Oriented Learning.

Recibido / received: 01.06.2018 Aceptado / accepted: 08.06.2018.

¹Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid. ²Colegio Salesianos Atocha, Madrid, España. ³ETSIDI. Universidad Politécnica de Madrid, España.

*Autor para correspondencia: Enrique Soriano Heras (esoriano@ing.uc3m.es).



Foto: Shutterstock.

Introducción

La innovación que se está produciendo cada vez a un ritmo más rápido a todos los niveles, tecnológico, laboral, social, etc., precisa de ingenieros versátiles y flexibles capaces de adaptarse rápidamente a las necesidades del mundo industrial, donde el modelo socio-productivo se ha impuesto. Para ello se necesita que las universidades cambien los modelos de enseñanza-aprendizaje y se adapten a los nuevos retos. Hay que sustituir las metodologías didácticas tradicionales por metodologías didácticas activas, que modifiquen el aprendizaje de los conceptos teórico-prácticos, así como aspectos de planificación, realización, pensamiento, etc. y potenciar competencias interdisciplinarias, sociales y culturales, acordes a las enseñanzas a transmitir (Tippelt R. & Lindemann H., 2001).

Empresas como HP, Telefónica, Ascent, Seat, Mastercard, Educaweb y Humantiks impulsadas por el Mobile World Congress (MWC) están intentando acercar las carreras de perfil STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) a los estudiantes de primaria, a través de actividades lúdicas preparadas para tal fin, ya que por una parte, dentro de unos años el

65% de los estudiantes de primaria van a estudiar carreras que no les servirán y, por otra parte, cada vez hay menos estudiantes que eligen las carreras de perfil STEAM, especialmente las mujeres, y se necesita para el año 2020 un crecimiento de estos perfiles en Europa del 14% y del 10% en España. Sin embargo, actualmente, estos perfiles están disminuyendo en matriculaciones, un 25% en Europa y un 40% en España.

Por todo ello, ante las necesidades de futuro y los rápidos cambios que se están produciendo en la sociedad, es importante la implantación en educación de una inquietud, de ir un paso más allá de lo explicado en el aula, investigando, experimentando, analizando y buscando soluciones a los problemas existentes hoy día en la sociedad. Los científicos e ingenieros están generando hoy en día, avances tecnológicos a un ritmo cada vez más acelerado. Para que se pueda producir, se requieren aparte de unos sólidos conocimientos teóricos, unas habilidades o destrezas como pueden ser: trabajo en equipo, espíritu emprendedor, comunicación verbal o escrita, curiosidad, creatividad y, sobre todo, una actitud proactiva (Vannevar, 1945). En esta línea,

varios autores han expresado que para un desarrollo tecnológico el papel de la ingeniería es fundamental (Keating, D. & T. G. Stanford, 1999; Ciampi et al., 2011; Da Brito et al., 2011).

Actualmente, hay diferentes estudios por todo el mundo sobre cuáles son las metodologías más idóneas para el aprendizaje en estudiantes de ingeniería. Algunos autores han expresado que el uso de las tecnologías de la información y comunicación va a ser fundamental en un futuro próximo (Tao et al., 2000; Seery et al., 2010; Islam, 2012). Otros autores, por el contrario, han puesto los focos de atención sobre los modelos pedagógicos, currículos educativos, planes de estudio, etc., fomentando habilidades como la creatividad, el trabajo en equipo y demás (Vaezi-Nejad et al., 2005; Godfrey, 2006; Zheng et al., 2009).

En el presente artículo se presenta un estudio sobre las metodologías didácticas usadas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid, en la Escuela Superior de Ingeniería y Diseño Industrial en cuarto curso de Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica,

Metodologías didácticas	Hecho por	Asignaturas	Horas	Mes
Kounaikenshuu: Yugyou Kenkyuu Yugyou Bunseki Flipped Classroom: Software: Plickers Kahoot! Moodle	Equipo de docentes	Oficina técnica Diseño mecánico Análisis y síntesis Digitaliz.	6 4 4 4	De junio a septiembre
Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), a través de proyectos de Aprendizaje Servicio (ApS) Flipped Classroom (FC) Trabajo colaborativo (TC) Utilización herramientas: Google Drive. - Plickers - Kahoots - Moodle	Estudiantes	Oficina técnica Diseño mecánico Análisis y síntesis Digitaliz.		De septiembre a enero

Tabla 1. Asignaturas que participan en la experiencia.

en las asignaturas de Oficina técnica, Diseño mecánico, Digitalización tridimensional y Prototipado rápido y Análisis y síntesis de mecanismos.

Para una mayor información sobre los fundamentos utilizados en la Universidad Politécnica de Madrid, en el Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial, se puede consultar el artículo publicado por este mismo departamento para el Congreso ICERI 2016 (Sevilla) (Blaya et al., 2016).

Metodología

Hasta el año 2014, se utilizó en la ET-SIDI la metodología AOP. Un equipo de docentes planteó a los estudiantes proyectos reales, a fin de llevar a la práctica los contenidos teóricos impartidos en las asignaturas, logrando estudiantes más proactivos, responsables y comprometidos con su aprendizaje. Fue necesario para ello un buen manejo de diversas herramientas tanto informáticas como fuentes de información por parte de los estudiantes. Con esta metodología de aprendizaje, los estudiantes lograron una visión interdisciplinar y global de todas las asignaturas participes, mientras que

los docentes mejoraron en aspectos como trabajo en equipo, relación con otros departamentos y mejora continua (García et al., 2013). Observando que se habían producido mejoras, pero no se habían solventado carencias importantes, tanto en los conceptos teóricos como en algunas de las habilidades a desarrollar, el equipo de docentes se decantó por añadir nuevas metodologías didácticas, con la idea de mejorar la formación de los futuros ingenieros. Esta nueva estrategia de metodologías se puede ver en la tabla 1. Como se puede observar, estas metodologías no solo están enfocadas hacia los estudiantes, sino también hacia el equipo de docentes. Así, por ejemplo, la metodología Kounaikenshuu (K) ayuda al equipo de docentes a mejorar toda la documentación de cada una de las asignaturas, comenzando por aquellas más difícil de asimilar por los estudiantes.

Las metodologías implementadas desde el verano de 2014, fueron:

- Kounaikenshuu (K). Los docentes eligen dos unidades didácticas difíciles de comprender por los estudiantes y durante los meses de junio y julio, de todos los años hasta la fecha, se reúnen

con la finalidad de exponer al resto de componentes del equipo docente cómo imparten ellos la materia, para mejorar el contenido entre todos. En un verano se suelen mejorar entorno a 10 unidades didácticas (UD). Al año siguiente se realiza una revisión de los resultados por si fuese necesario volver a mejorar los contenidos didácticos.

- Flipped Classroom (FC). Consistió en transferir lo que habitualmente se realizaba en el aula (explicación teórica de los contenidos) a su realización fuera del aula, dejando las horas de clase para la resolución de problemas o prácticas lo más reales posibles, así como proyectos. En la tabla 2 se puede observar cómo aplicando esta metodología, en las horas de aula queda tiempo para desarrollar proyectos reales y de ApS o realización de problemas-prácticas. Por ejemplo, en clases de 2 horas de duración, se pueden llegar a sacar hasta 55 minutos para realizar problemas en el aula o el proyecto seleccionado.

En cuanto a las metodologías aplicadas a los estudiantes, hay que decir que el AOP fue un gran acierto el día que se implantó en el Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y De-

Fuera del aula	Aula			Lab.	
Trabajo personal	Intro	Test individual	Test equipo	Calif./Corr	Horas semana/ Tiempo proyecto
40'a 50'	Max 10'	Max.20'	Max.20'	Max. 15'	2 h 55'
					2,5 h 85'
					4 h 175'
					4,5 h 205

Tabla 2. Distribución temporal para UD por semana.

sarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica, pero con la ayuda de los contenidos didácticos mejorados durante el verano y, subidos a Google Drive acompañados de vídeos creados por el equipo docente, para que los estudiantes puedan hacer uso de ellos, en cualquier momento, ubicación u hora, se está consiguiendo que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje, los proyectos sean el epicentro y los docentes, asesores, facilitadores y acompañantes en ese aprendizaje (de Miguel Díaz, 2005).

El trabajo colaborativo se lleva a cabo a través de la plataforma Google Drive, en el que los estudiantes consultan, toman apuntes, dejan en el portfolio allí ubicado lo que van realizando en el día a día, trabajan todos juntos sobre el documento común del proyecto que están llevando a cabo. Es una herramienta eficaz, tanto para los estudiantes como para el equipo docente y en la que pueden llevar un seguimiento más exhaustivo del trabajo realizado por cada uno de los estudiantes, así como de la marcha del proyecto.

En algunas materias, se han utilizado de vez en cuando programas como: Plickers y Kahoot!, para obtener un *feedback* del seguimiento y comprensión de la materia que estaba llevando a cabo el estudiante en ese momento tanto fuera del aula, como en la propia aula.

Desarrollo de la experiencia

La experiencia se ha desarrollado estos años en cinco fases:

En la primera fase, de enero a septiembre, se buscaron proyectos reales, a poder ser de ApS a través de ONG, ayuntamientos, socios colaboradores, etc., que tuviesen relación con las asignaturas por impartir.

La segunda fase, meses junio y julio, el equipo docente, mejoró dos unidades didácticas, difíciles de comprender

por los estudiantes, de cada asignatura, logrando una mejora de diez unidades didácticas, por verano.

En septiembre se comenzó con la presentación de los proyectos seleccionados para su realización, con la presencia de los docentes de las materias implicadas, representantes de ONG, ayuntamientos, etc. Se informó a los estudiantes sobre el contenido y alcance de cada uno de los proyectos, para que fueran estos, según intereses propios o motivación, los que eligieran el proyecto más idóneo para ellos. Durante la presentación, se les explicó la forma de impartir (K y FC) y de evaluar cada una de las materias, el peso que tenía los contenidos teóricos, proyectos y, sobre todo, cómo se iban a evaluar las actitudes, con el fin de conseguir las competencias marcadas por ANECA.

La tercera fase comenzó en la segunda semana de septiembre, en la cual los docentes empezaron a subir a Google Drive los apuntes de las materias para que los alumnos las estudiaran fuera del aula, dejando para el aula, las dudas y el trabajo práctico de problemas o proyecto a realizar. En la puerta de cada una de las aulas se colocó mes a mes lo que se iba a trabajar en cada una de las sesiones de las materias: contenidos, problemas, proyecto seleccionado por ellos, etc.

Como se puede ver en la tabla 2, en materias de duración 2 horas y media, se llegó a dedicar a los problemas o el proyecto hasta 85 minutos, lo que resultó muy positivo para el estudiante, y el aprovechamiento de las horas de aula. El desarrollo para una UD nueva, en una clase de 2 horas y media sería: fuera del aula (casa, biblioteca, etc.) realización de un trabajo personal de unos 40 a 50 minutos. Es ahí donde el estudiante realiza un trabajo de preparación, entendimiento y aprendizaje de la materia, y es responsabilidad del propio estudiante su formación. Deja

para el aula, la discusión y resolución de aquellos problemas que en la enseñanza tradicional se planteaban fuera del aula.

Ya en el aula, el profesor realizó una introducción de la materia de 10 minutos máximo. A continuación, se pasó un test a los estudiantes, con las herramientas informáticas Plickers o Kahoot!. De manera individual, marcaron aquellas respuestas que consideraron correctas, según lo comprendido por ellos, por la documentación facilitada para la UD. Estas herramientas dejaban constancia del estudio realizado por cada uno de los estudiantes, así como de los conceptos más dificultosos de comprender para ellos. Una vez realizado el test y teniendo el docente en tiempo real los resultados y grado de conocimientos de los fundamentos teóricos, se vuelve a realizar otro test, pero esta vez de manera grupal (componentes del grupo del proyecto) con el propósito que entre ellos se pasen los conceptos adquiridos durante el estudio de la materia. Al finalizar el test, el profesor resuelve todas las cuestiones y atiende a las dudas que se planteó a los estudiantes. Hay que señalar que al principio (meses de septiembre y octubre) esta nueva metodología no cautivó a los estudiantes, pero a mediados de noviembre y diciembre, les resultó muy interesante y práctica, ya que acudían al aula a ser parte activa de cada una de las materias y su aprendizaje comenzaba a ser significativo. Una vez aclaradas las dudas, el tiempo restante de clase se aprovechó para realizar problemas reales, prácticas o la realización del proyecto ApS. Hay que señalar que de una UD a otra pueden pasar 2 o 3 semanas, dejando tiempo para la consecución de las competencias marcadas en el Libro Blanco de ANECA.

Mientras los estudiantes debatían sobre los test en grupo, o realizaron partes del proyecto, el equipo de docentes toma notas, valora las actitudes encontradas por cada uno de los estu-

diantes en su trabajo en grupo como: trabajo en equipo, comunicación con el resto de componentes del equipo, liderazgo, etc. Hasta la segunda semana de octubre, los estudiantes se documentaron sobre el proyecto a realizar y bocetaron ideas.

La cuarta fase empezó a partir de la cuarta semana de septiembre, con una presentación de la idea que habían pensado para la realización del proyecto, ante sus propios compañeros, equipo docente y socios colaboradores (ONG, ayuntamientos, etc.) y obtuvieron su primera calificación por pares. Además de la presentación, realizaron la primera entrega de documentación a nivel individual y de equipo de trabajo. Esta primera entrega consta de: bocetos, diseño inicial, idea, así como documentación encontrada. Esta fase duró hasta la entrega final del proyecto y, por tanto, del cuatrimestre.

La quinta fase, y última, comenzó una vez terminado y entregado el proyecto. Según la metodología japonesa Kounaikenshuu (K), en ella se encuentra la etapa Jugyou Bunseki, "el análisis de clase", en el que a través de una reflexión crítica por parte de los propios estudiantes sobre su proyecto, así como de los docentes y socios colaboradores, se valoran los aprendizajes y las competencias conseguidas, así como las dificultades encontradas en todo el proceso educativo.

Como se ha expuesto anteriormente, el proyecto fue controlado por parte del equipo docente a través del portfolio, diseñado para tal fin. Se marcaron las fechas de entrega, tanto individuales (responsabilidad individual) como del equipo de trabajo, así como las presentaciones realizadas. Siempre se tienen presente aspectos en el proyecto como: ecodiseño, sostenibilidad, criterios culturales (países africanos) y la suficiente documentación técnica para su implementación en esos países.

Una vez que el proyecto estuvo terminado, se presentó a los docentes y resto de estudiantes una vez más; cada grupo adjuntó un informe que constó de:

- Un póster en DIN-A0, en el que se comentan las características fundamentales del proyecto.
- Un anuncio publicitario en cartón pluma, en formato DIN-A2.
- Un informe con los resultados y conclusiones del trabajo, haciendo

especial hincapié en cómo el trabajo responde a las necesidades establecidas a las bases del concurso.

- Una reflexión personal de cómo les sirvió el proyecto realizado, para la consecución de las competencias señaladas por el Ministerio de Educación, así como en su incorporación al mundo profesional.

- Un dossier con todos los documentos que debe tener un proyecto, memoria, estado del arte, cálculos, planos, pliego de condiciones, presupuesto y bibliografía.

Todos los meses se entregó a los estudiantes una encuesta, formada por 41 preguntas, para que analizaran tanto su responsabilidad individual como la colectiva del equipo de trabajo, hacia el proyecto que estaban llevando a cabo.

El propósito de esta herramienta fue:

- Aprender a realizar los cambios necesarios.
- Aumentar la eficiencia y eficacia del grupo de trabajo, centrándose en cómo el grupo celebrará los éxitos, y se concentrará en:
 - Afrontar los retos que aún les queda por vencer.
 - Motivarse unos a otros, para mejorar la sintonía y eficacia del equipo de trabajo.
 - Ver cómo van progresando todos juntos.

También se realizó mensualmente, con un desfase respecto a la encuesta

Propuesta	5%
Posible solución	10%
Diseño	25%
Implementación de prototipos	25%
Presentación oral	10%
Documentación escrita	10%
Actitudes	10%
Valoración compañeros	5%

Tabla 3. Distribución temporal para UD por semana.

anterior de 15 días, una rúbrica (instrumento de evaluación), con la idea de evaluar y analizar el desempeño de cada miembro del equipo de trabajo evaluados por ellos mismos para detectar posibles problemas de trabajo. Estas herramientas de evaluación fueron un recurso que el equipo de docentes puso a disposición de los estudiantes con el fin de que fuesen ellos los que detectasen los aciertos y los inconvenientes del trabajo en equipo, así como los problemas que surgen en todo proyecto e intentar buscar soluciones.

La evaluación de cada asignatura consistió en: un examen teórico (ET), un proyecto (P) y el grado de interés del estudiante (I).

En el caso de la UPM, la calificación final (CF) fue la obtenida después de aplicar la siguiente fórmula:

$$CF = 0,3*ET + 0,65*P + 0,05*I$$

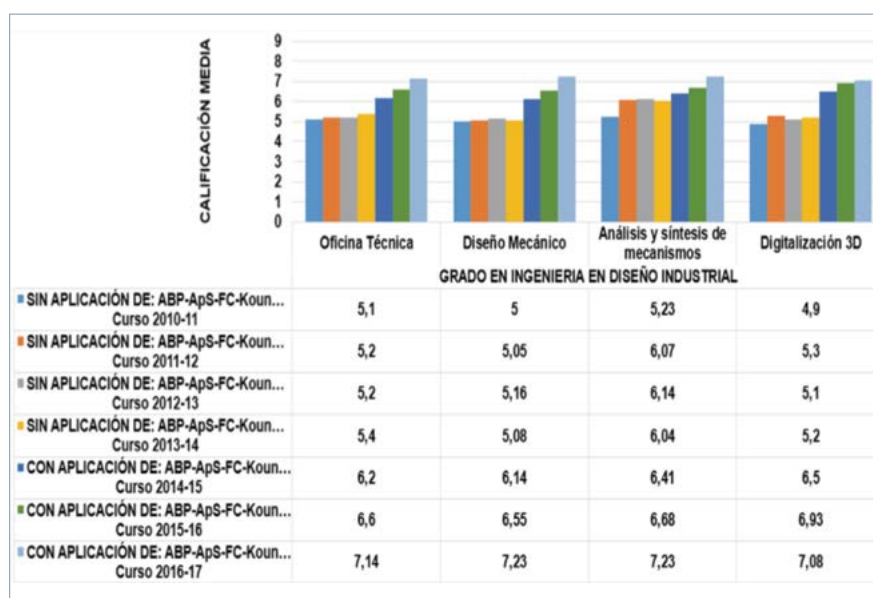


Figura 1. Calificaciones medias de conocimientos teóricos.

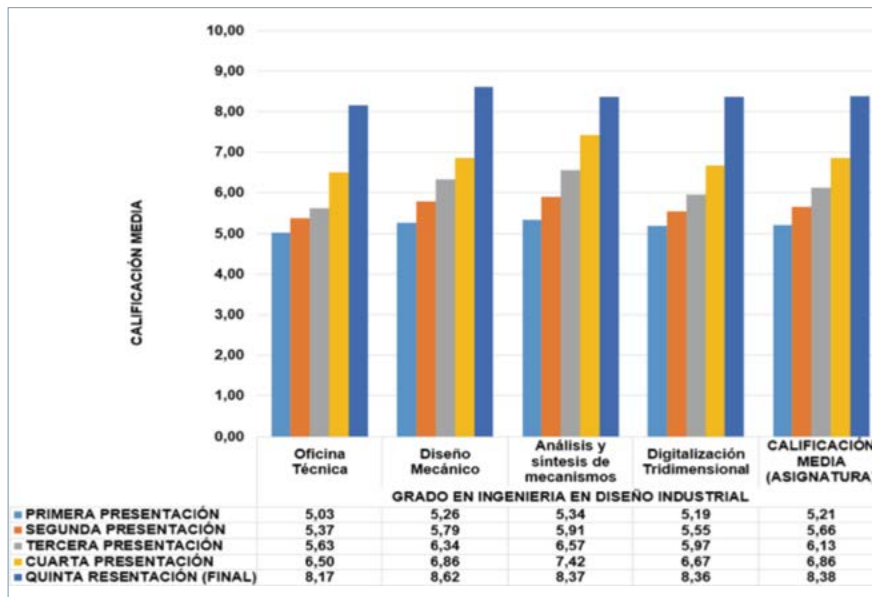


Figura 2. Calificaciones de la presentación de proyectos en el curso 2016-17.

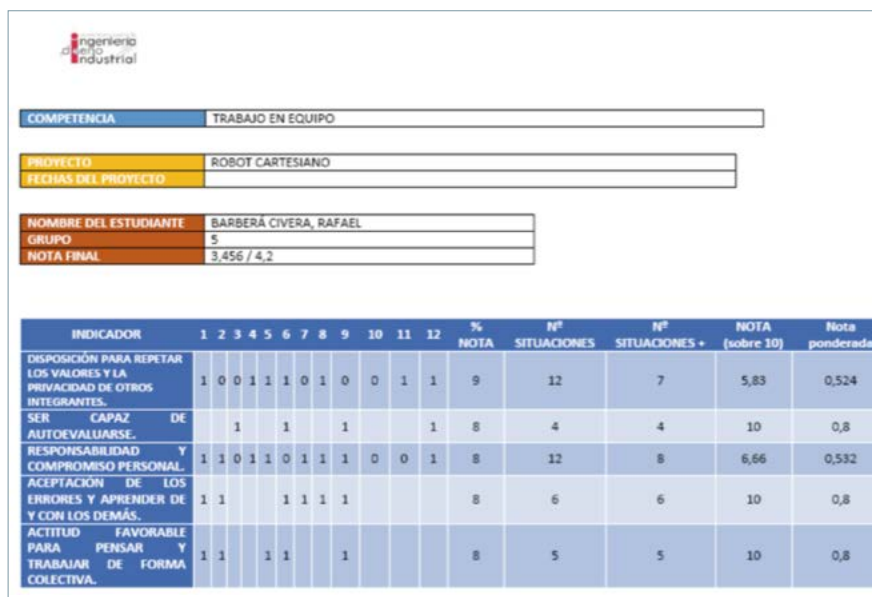


Figura 3. Ficha de seguimiento individual actitudes estudiantes.

- Examen teórico (ET). Conocimientos técnicos de la materia impartidos en clase. Valoración máxima: 3 puntos.
- Proyecto (P). Consecución de competencias profesionales, personales y sociales, conseguidas en la realización del proyecto AOP-FC, según la tabla 3, para resolver o manejar proyectos similares.
- Interés (I). Evaluación realizada por el docente en función del interés demostrado por el estudiante hacia la materia impartida considerando: puntualidad, asistencia a clase, constancia, entrega de trabajos, etc.

Los criterios de evaluación del aprendizaje en el proyecto, fueron: planteamiento del problema, posible solución, diseño, implementación-prototipo y presentación oral. En la tabla 3, se desgrena el peso asignado a cada concepto en cada momento. Los pesos que aparecen en la tabla han sido asignados por el equipo docente de común acuerdo.

Para superar las asignaturas fue necesario tener aprobados los tres apartados. En caso de no superar alguno de ellos, las calificaciones aptas se guardaron a los estudiantes durante dos convocatorias.

Resultados y análisis

Entre los cursos académicos 2010-11 y 2013-14, se vino utilizando la metodología de enseñanza tradicional en la Universidad Politécnica de Madrid, consistente en la explicación de contenidos teóricos acompañados de una serie de ejercicios, o de prácticas de laboratorio. Todo ellos se llevaba a un examen final de la materia y no había proyecto como tal, ni valoración sobre la tercera dimensión de las competencias, la consecución de las actitudes marcadas por ANECA, por parte de los estudiantes. A partir del curso 2014-15 se implementaron las metodologías activas descritas en el apartado anterior.

Las calificaciones conseguidas por los estudiantes de Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica en las asignaturas de: Oficina técnica, Diseño mecánico, Digitalización tridimensional y Análisis y síntesis de mecanismos a lo largo de estos últimos cursos académicos se pueden ver en la figura 1.

Las calificaciones obtenidas a partir de las metodologías activas aplicadas a partir del curso académico 2014-15 han conseguido un mejor aprendizaje y entendimiento de los conceptos teóricos (v. Fig. 1).

Como se ha comentado, el examen teórico tenía un peso del 30% sobre la calificación final, y junto con el proyecto a realizar, con un peso del 65%, era imprescindible superar ambos criterios para que se realizase la media de las calificaciones. Entre los cursos 2010-2014, el porcentaje de no aptos osciló entre el 7% y el 12% de los estudiantes, mientras que entre los cursos 2014-2017, el porcentaje de no aptos se redujo al 2,43% de los estudiantes.

Por último, el tercer criterio para conseguir las competencias marcadas por ANECA, las actitudes, se fue realizado por una parte siguiendo los criterios marcados por el Ministerio de Educación y, por otra parte, la valoración dada por los propios compañeros del equipo de trabajo: test, rúbricas y otras. Hay que reseñar que esta metodología sirvió para que el equipo docente llevase un seguimiento de los equipos de trabajo y detectar posibles conflictos antes de que se llegasen a producir.

Para la valoración de las actitudes el equipo de docentes dispuso de unas fichas, como se ha dicho anteriormente,

similares a las facilitadas por el Ministerio de Educación, sobre conceptos como: liderazgo, trabajo en equipo, comunicación, innovación, espíritu emprendedor, etc. Se cumplimentaron en el aula durante el tiempo dedicado al proyecto en cada una de las materias (v. Fig. 3).

Conclusiones

Con las metodologías activas aplicadas constituidas por: AOP, ApS, FC y Kounaikenshuu, así como el trabajo colaborativo, mejoraron no solo las competencias de los propios estudiantes, sino también la de los propios docentes:

- Estudiantes:
 - Mayor grado de conocimiento de conceptos teóricos y prácticos.
 - Mayor nivel de desenvolvimiento oral y escrito.
 - Mayor soltura a la hora de resolver proyectos.
 - Mejor manejo de otros idiomas, al realizar proyectos de ApS y tener que documentarse sobre otras culturas.
 - Mejora en general en: trabajo en equipo, liderazgo, innovación, espíritu emprendedor, etc.
- Docentes:
 - Mayor conocimiento del equipo docente.
 - Mejora en la documentación de las unidades didácticas facilitadas a los estudiantes.

- Potenciación del trabajo en equipo del propio equipo de docentes.

- Aumento de competencias por parte de los docentes.

- Comunicar y divulgar la innovación realizada a otros compañeros de la propia Universidad, así como de otras instituciones universitarias.

Sin embargo, también se detectaron aspectos a mejorar, como son:

- Estudiantes:
 - Mayor dedicación a las materias participantes en los proyectos POL y SL. Destinaron casi el triple de tiempo asignado en cada una de las materias.
 - A veces, se implicaban demasiado en los proyectos que se realizaron, llevando a cabo más desarrollo que el acotado en un principio por el equipo de docentes y socios colaboradores.
- Docentes:
 - Excesivo número de estudiantes y, por tanto, demasiados proyectos que llevar en seguimiento y pocos docentes para tal labor.

- Demasiado trabajo para el equipo docente.

- Escasa implicación de otros departamentos.

Las mejoras cuantificables en las materias participantes de la experiencia fueron:

- Las mejoras de las calificaciones finales de las materias. Oscilaron entre el 19% de Análisis y Síntesis de Mecanismos y el 43,16% de Diseño Mecánico.
- Los abandonos en las materias, se redujeron entre el 3% y el 6%, y fueron por salud o trabajo.
- Los estudiantes no aptos en el curso académico 2016-17 fueron el 1,15%, mientras que en el curso académico 2010-11 este porcentaje había sido del 9%.
- La mejora en las presentaciones realizadas en el curso académico 2016-17 desde la primera a la última fue del 59,84%.
- Debido a todo lo comentado anteriormente, las mejoras en las calificaciones medias finales en grado mejoraron entre el 27% y el 36,5% con respecto al curso académico 2013-14, cuando se comenzaron a utilizar las metodologías activas.
- Un aspecto novedoso en este curso académico fue que a los proyectos se les dotó de realidad aumentada, aparte de su fabricación (Fig. 4).

Bibliografía

- Blaya, F., Nuere, S., Soriano, E., García, J. M., & Islán, M. Implementation of a methodology project oriented learning (POL) on specific subjects of bachelor and master in industrial design. ICERI Annual Conference Proceedings. 2016.
- Bush, Vannevar. "Science: The endless frontier." *Transactions of the Kansas Academy of Science (1903-)* 48.3: 231-264, 1945.
- Ciampi, Melany M., and Claudio Rocha Da Brito. "Awareness of social impact of engineering: The task for engineering schools?" *American Society for Engineering Education*, 2011.
- Da Brito, Claudio Rocha, and Melany M. Ciampi. "The discussions after the Bologna process in Europe: The global engineer." *American Society for Engineering Education*, 2011.
- de Miguel Diaz, Mario. "Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias." *Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*, 2005.
- García, J.M., Soriano, E., García, I., & Rubio, H. Implementation of service-learning projects in engineering colleges. *International Journal of Engineering Education*, 29(5), 1119-1125, 2013.
- Godfrey, D. "A new approach to teaching introduction to electrical engineering at the United States coast guard academy." *ASEE Annual Conference & Exposition*. 2006.
- Islán, R. "Engineering and technology education in Bangladesh: comparative study of the public and

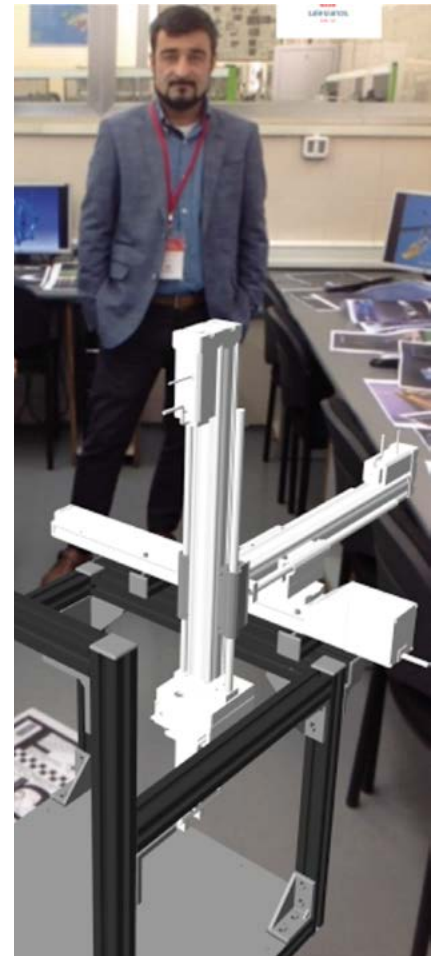


Figura 4. Realidad aumentada: robot cartesiano.

- private universities for problems and prospects", *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings*, 2012.
- Keating, D., and T. G. Stanford. "An innovative strategy to integrate relevant graduate professional education for engineers in industry with continual technological innovation." *ASEE Annual Conference Proceedings*, 1999.
- Seery, Niall, Donal Carty, and R. J. Dunbar. "Maximising the Impact of Creative and Innovative Activities within the Constraints of Defined Educational Structures." *ASEE Conference and Exposition, American Society for Engineering Education, Louisville*. 2010.
- Tao, Y. P., Wang, X. B., Li, K. Q., & Liang, Z. Assessing Chinese Engineering Graduates' Abilities for Problem-Solving, Scientific Discovery and Technological Innovation from a Professoriate Perspective. age, 5, 1, 2000.
- Tippelt, R., & Lindemann, H. (2001). *El método de proyectos*. El Salvador, München, Berlin, 13.
- Vaezi-Nejad, S. M., M. Cullinan, and P. Bishop. "Telematics education I: Teaching, learning and assessment at postgraduate level." *International journal of electrical engineering education* 42.2 (2005): 132-146.
- Zheng, Wei, Hui Shih, and Yi-Lung Mo. "Integration of Cognitive Instructions and Problem/Project-Based Learning into Civil Engineering Curriculum to Cultivate Creativity and Self-Directed Learning Skills." *American Society for Engineering Education*, 2009.